

뇌졸중 환자의 손가락 재활 로봇 설계 및 시뮬레이션 Design and Simulation for Stroke Patient's Finger Rehabilitation Robot

*#김갑순¹, 김현민¹, 김용국¹, 남광우¹, 김희인¹, 윤정원², 하비², 신희석³, 박종문³
*#G. S. Kim(gskim@gsnu.ac.kr)¹, H. M. Kim¹, J. W. Yoon², A. S. Habib², H. S. Shin³, J. M. Park³
¹경상대학교 제어계측공학과, ²경상대학교 기계항공공학부, ³경상대학교 의학전문대학 재
활의학교실

Key words : Finger rehabilitation, Stroke, Rehabilitation Robot

1. 서론

매년 뇌졸중과 같은 질병이나 사고로 인하여 손가락에 마비가 발생하여 치료를 필요로 하는 환자의 수가 증가하는 추세이다. 이들은 재활치료를 통해서 일상생활에 지장이 없을 정도로 회복이 가능하며 치료기간이 길고, 반복적일수록 기능회복 효과가 증대한다. 하지만 재활치료를 시행하는 물리치료사가 재활치료를 필요로 하는 환자의 요구보다 적기 때문에 효율적이고 지속적인 치료는 힘든 실정이다.

따라서 본 연구에서는 충분한 시간 동안 반복적인 재활치료를 지속 시킬 수 있는 손가락 재활로봇을 설계하고자 한다. 이를 위하여 손가락의 재활 운동의 모션을 일반화된 형태로 표현하고, 이 움직임에 맞추어 움직일 수 있는 로봇의 형태를 설계한다. 또한, 로봇을 정 및 역기구학적으로 해석하고, 시뮬레이션을 통하여 검증하도록 한다.

2. 손가락 재활 치료 방법

마비가 발생한 환자는 오랜시간 방치할 경우 뼈와 뼈사이의 관절이 굳고, 근육의 양이 감소하여 다시 손가락을 정상인과 같이 움직이도록 하는 것은 매우 어려운 일이다. 이를 방지하고, 정상인과 같이 자율적으로 손가락을 움직일 수 있도록 하기 위해서는 지속적인, 적당한 강도의 재활 치료가 필요하다. Fig. 1 은 손가락 재활 운동시 손가락의 형태를 그림으로 나타낸 것이다.

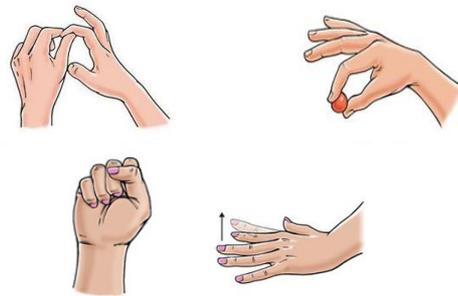


Fig. 1 Picture of finger rehabilitation

3. 손가락 움직임의 일반화

손가락의 재활 치료를 위해서는 손가락 마디와 근육을 지속적으로 움직여 주어야 한다. 때문에 손가락 재활 로봇을 설계하기 위해서는 손가락의 움직임을 일반화 시킬 필요가 있다. Fig. 2 는 일반적인 손가락의 움직임을 설계와 시뮬레이션에 적용하기 위하여 기구학적 형태를 Math Work 사의 Matlab 으로 표현한 것이다.

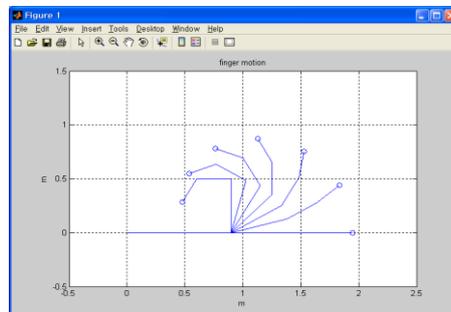


Fig. 2 General finger motion

4. 기구의 설계 및 기구학적 해석

Fig. 3 는 설계한 손가락 재활 로봇의 손가락 운동 부분이다. 손가락 재활 로봇은 손가락을 원래의 손가락의 움직임과 동일하게 이동시킬 수 있어야 한다. 설계한 로봇은 2 개의 actuator 를 사용하여 위치제어를 함으로써 손가락을 원하는 위치까지 이동시킬 수 있다.

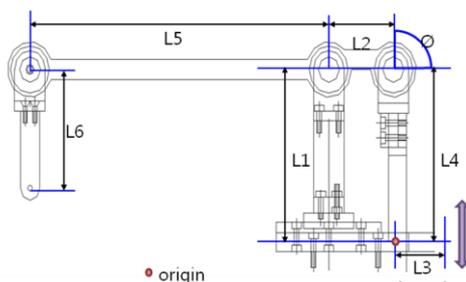


Fig. 3 Design of finger rehabilitation robot's finger movement parts

기구학적 해석을 위해서는 각 링크를 fig. 3 와 같이 명명하였고, L1, L2, L5 는 고정 링크이고 L6 는 자유링크, L3, L4 는 가변링크이다. 여기서 L3 는 원점에서 L4 링크가 수평축으로 이동된 거리와 같고, L4 는 수직 축으로 이동한 거리와 같다. L4 와 L2 사이의 각을 θ 라 하면 이 θ 는 L4 의 변화에 종속된다. L1 이 지레의 중심처럼 L2 와 L5 를 고정시키고 있기 때문에 L5 의 끝점은 L4 의 길이변화에 종속된다. End Effect 를 L5 의 끝점으로 하였을 때 해석을 위해 2 차 평면으로 사상시켜 x 축과 y 축의 값으로 표현하게 되면 아래와 같은 식을 얻을 수 있다.

$$x = L3 + (L2+L5) \cdot \cos(\theta + 3\pi/2) \quad (1)$$

$$y = L4 + (L2+L5) \cdot \sin(\theta + 3\pi/2) \quad (2)$$

역기구학 해석은 아래와 같다.

$$L4 = (L2 \cdot y - L1 \cdot (L5 + L2)) / (-L5) \quad (3)$$

$$\theta = \arccos((L1 - L4) / L2) \quad (4)$$

$$L3 = (L5 + L2) \cdot \sin(\theta + 3\pi/2) + x \quad (5)$$

5. 시뮬레이션

Math Work 사의 Matlab 프로그램에 적용시켜 검증을 실시 하였다. 여기서 End Effect 는 일반화 시킨 손가락의 움직임으로 설정하고 시뮬레이션을 실시하였다. Fig. 4 는 실행 결과이다. 기준점은 원점으로 하였고, 손가락의 기준위치는 기준점으로 수평으로 150mm 뒤에 위치하고, 수직으로 100mm 지점으로 하였다.

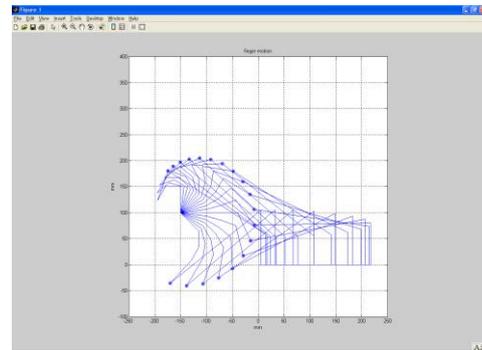


Fig. 4 Result of simulation finger rehabilitation robot's finger movement parts

6. 결론

본 연구에서는 뇌졸중 등의 이유로 손가락에 마비가 있는 마비환자의 손가락 재활을 위한 로봇을 제작하기 위하여 손가락의 이동모션을 일반화 시키고, 이에 맞게 움직일 수 있는 로봇을 설계하였다. 또한 정, 역 기구학적으로 로봇을 해석하고, 해석결과로 시뮬레이션을 실시하였다. 시뮬레이션 결과 손가락의 재활 운동에 적용이 가능함을 확인하였다.

후기

이 연구는 2010 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구임

참고문헌

1. 김현민, 김갑순, "3 축 힘센서를 이용한 두 손가락 힘 측정장치 개발," ICPOS16-9, 876-882, 2010.